BULLETIN du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

zoologie

59

N° 80 SEPTEMBRE - OCTOBRE 1972

BULLETIN

du

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 35 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

A partir de 1971, le *Bulletin* 3e série est divisé en six sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Sciences de l'Homme — Sciences physico-chimiques — Écologie générale) et les articles paraissent, en principe, par fascicules séparés.

S'adresser :

— pour les **échanges,** à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 9062-62) ;

— pour les **abonnements** et les **achats au numéro,** à la Librairie du Muséum 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 17591-12 — Crédit Lyonnais, agence Y-425) ;

— pour tout ce qui concerne la **rédaction,** au Secrétariat du *Bulletin*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements :

ABONNEMENT GÉNÉRAL : France, 260 F ; Étranger, 286 F.

ZOOLOGIE : France, 200 F ; Étranger, 220 F.

SCIENCES DE LA TERRE : France, 50 F ; Étranger, 55 F.

SCIENCES DE L'HOMME : France, 45 F ; Étranger, 50 F.

BOTANIQUE : France, 40 F ; Étranger, 44 F.

SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUE : France, 15 F ; Étranger, 16 F.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, nº 80, septembre-octobre 1972, Zoologie 59

L'ondulation natatoire chez l'Anguille (Poissons, Ostéichtyens, Apodes, Anguillidés, *Anguilla anguilla* L.) spinale

par Marc Blancheteau *

Résumé. — On a étudié chez l'Anguille spinale les ondulations natatoires spontanées, ou provoquées par des stimulations électriques ou tactiles. Ces ondulations, commandées par les centres médullaires isolés du cerveau (mais portés à un degré d'excitabilité suffisant), possèdent des caractères rythmiques propres de fréquence et d'amortissement subordonnés à un contrôle cérébral inhibiteur.

Abstract. — Swimming waves, either spontaneous or elicited by electric or tactile stimulus, were studied in spinal eels. These waves, driven by spinal centers deprived of brain influences (but given an adequate excitatory level), possess specific rhythmic features of frequency and damping subordinated to an inhibitory cerebral control.

Les réactions locomotrices consistent en la répétition d'actes simples, identiques et alternés, comme le mouvement des pattes ou les ondulations du tronc : elles se caractérisent par la succession et le rythme de leurs composants. C'est pourquoi, lorsqu'on étudie leur contrôle par le système nerveux chez les Vertébrés, on doit envisager les rôles respectifs de la moelle épinière et des centres cérébraux sous deux aspects : celui de l'excitabilité, quantifiée par la mesure des seuils de réaction, et celui de la rythmicité des réponses élémentaires.

Le rôle dynamogène du cerveau est mis en évidence par les effets de la section spinale, et notamment par le relèvement des seuils de réaction qui s'ensuit. Connaissant la nature réflexe de la réponse galvanotaxique vers l'anode chez les Poissons, nous avons montré chez la Truite (*Salmo fario* L.) et chez l'Anguille (*Anguilla anguilla* L.) que le seuil de cette réaction locomotrice au courant continu est cinq fois plus élevé à l'état spinal aigu qu'à l'état normal ; en courant rupté le déficit d'excitabilité est moindre, et cela d'autant que la fréquence du stimulus est plus élevée (Blancheteau, 1965 : 4862). Ainsi, le cerveau augmente-t-il l'excitabilité des centres moteurs médullaires d'une façon d'autant plus importante que le stimulus électrique exerce lui-même, au niveau de ces centres, une moindre sommation temporelle d'influx afférents. On est alors amené à dire que le cerveau est d'autant plus nécessaire à la production d'une rythmicité motrice que le stimulus est lui-même moins rythmique.

* *Laboratoire de Physiologie générale et comparée du Muséum national d'Histoire naturelle, 7, rue Cuvier, 75005 Paris.*

Mais c'est alors qu'on passe de l'aspect d'excitabilité à celui de rythmicité, et que se posent diverses questions : peut-on concevoir le cerveau comme un organe « rythmeur » qui convertit la stimulation en réponse natatoire ondulante, en plus de son apport purement quantitatif d'excitation qui ne fait pas de doute ? Ou bien doit-on limiter son rôle à cette fonction dynamogénique, les centres médullaires étant les seuls responsables de la coordination rythmique motrice ? Enfin, quels sont les rapports qui existent entre l'excitabilité et la rythmicité du système de réponse ?

Pour répondre à ces questions, il convient de ne pas se borner à la mesure des seuils de réaction, mais également de considérer les ondulations natatoires comme un système d'oscillations périodiques et d'en noter les caractéristiques d'alternance, de propagation, de fréquence et d'entretien (ou d'amortissement).

Il convient, en outre, de mettre en évidence chez la préparation spinale l'existence ou l'absence de rythmicité motrice, bien que ses manifestations soient ordinairement empêchées par la dépression de l'excitabilité de cette préparation. Il faut donc pour cela que l'excitabilité du système réflexe médullaire soit rétablie, en l'absence de la facilitation normalement exercée par les centres cérébraux : on saura alors si ce système est capable ou non d'une rythmicité de ses réponses.

Nous avons abordé ce problème de deux manières : par voie technique d'abord, en rétablissant artificiellement chez l'Anguille spinale aiguë une facilitation motrice par application d'un courant continu tel que la cathode soit du côté céphalique de la moelle sectionnée ; l'effet dynamogène de ce traitement est connu chez les Vertébrés à la suite de nombreux travaux (revus par Ajmone-Marsan et coll., 1961 : 316). Sur cette même préparation, nous avons également mis à profit la brève phase d'excitation motrice qu'on observe souvent aussitôt après la transsection de la moelle épinière (Gray, 1936 : 172). D'autre part, l'Anguille spinale chronique a constitué une préparation de choix pour cette étude ; elle se caractérise en effet par une récupération des fonctions motrices due à l'augmentation de l'excitabilité des centres médullaires, sans rétablissement de la liaison anatomique de ceux-ci avec les centres cérébraux (Blancheteau, 1969 : 262).

Il est à noter que la mise en condition galvanique de l'excitabilité motrice, facilement réalisée de la manière décrite plus haut chez le poisson spinal aigu, ne peut être obtenue chez le spinal chronique qui ne manifeste d'ailleurs plus la taxie cathodique en courant continu (Blancheteau, 1969 : 260). Ceci suggère que les éléments nerveux responsables de cet effet chez le premier, lorsqu'ils sont excités par le courant continu, ne sont plus fonctionnels chez le second après dégénérescence consécutive à la section de la moelle : il s'agirait donc des terminaisons des fibres efférentes cérébro-spinales. Ajoutons que c'est probablement l'excitation de ces mêmes axones au moment de leur section, qui rend compte de la phase d'agitation mentionnée plus haut. Par conséquent, les réponses motrices que nos techniques permettent d'obtenir chez l'Anguille spinale aiguë dépendraient pour une part de la mise en jeu de restes de voies nerveuses d'origine suprasegmentaire, ce qui peut rendre ambiguë l'interprétation des résultats relatifs à cette préparation ; par contre, cette critique ne s'applique pas à ceux qu'on obtient chez le poisson spinal chronique. Il nous a semblé qu'il y avait là une raison supplémentaire d'utiliser les deux préparations : celle de pouvoir comparer leurs données respectives.

Matériel et méthodes

Appareillage [1]

Pour l'étude des réactions galvanotaxiques, nous disposions d'une rigole en matière plastique longue de 1,20 m et large de 5 cm, remplie d'eau à la hauteur de 5 cm, et dont les deux extrémités étaient garnies d'électrodes métalliques carrées de 5 cm de côté. Dans cet étroit canal le poisson ne peut se placer en travers du champ électrique, mais doit faire face à l'une des électrodes, qui peut être l'anode ou la cathode au gré de l'expérimentateur grâce à un inverseur de courant. La source de tension était une pile de 45 V (Mazda, type R.3009) reliée aux électrodes par l'intermédiaire d'un contacteur à 15 fiches comportant des résistances réglées de façon à obtenir autant de valeurs de tension, allant de 2 à 30 V par échelons de 2 V.

La détermination des seuils de réaction s'effectuait par une série de stimulations d'intensité croissante ; le poisson se trouvant à une extrémité de la rigole, mais tourné vers l'autre extrémité, nous le soumettions d'abord à une tension faible, puis à des tensions progressivement croissantes jusqu'à obtention d'une réponse locomotrice. Nous définissons la « taxie » par la traversée complète de la rigole. L'expérience est réalisée à la température ambiante, soit entre 10 et 14° C.

Sujets

Il s'agissait d'anguilles mâles, longues d'environ 30 cm, à organes de Syrski indifférenciés ou à divers stades de maturité sexuelle obtenus expérimentalement par traitement hormonal. Notons que ni le rapport gonado-somatique, ni le diamètre oculaire (caractère exophtalme) n'ont pu être mis en relation avec une particularité quelconque d'excitabilité motrice. La spinalisation de ces poissons était effectuée par voie dorsale avec des ciseaux à iridectomie, à 1 cm environ en arrière des pectorales ; la cicatrisation en est rapide.

Résultats

1. L'ondulation natatoire et son sens de propagation

Chez les Vertébrés le « programme » d'alternance locomotrice droite-gauche, dont l'ondulation est un cas particulier, est réalisé dès le niveau médullaire : la démonstration en a d'abord été faite chez les Mammifères par Sherrington, puis étendue aux Poissons, notamment aux Sélaciens, par divers auteurs (cités par Roberts, 1969 : 33). La possibilité de nage chez l'Anguille spinale nous en apporte une confirmation, mais sans plus.

Par contre, le sens du déplacement natatoire a de l'importance ; en effet, l'Anguille est une espèce intéressante à cet égard, car seuls les Poissons de ce type sont capables de reculer en inversant le sens normal de progression de leurs ondulations (Nursall, 1956 : 137). L'Anguille spinale aiguë peut reculer ainsi en ondulant, aussi bien que l'Anguille

1. Collaboration technique de M. G. Loyer.

intacte : ce type de nage s'observe, en effet, chez la moitié des sujets environ lors de la taxie cathodique en courant continu. Dans cette condition expérimentale, on stimule les terminaisons des fibres efférentes cérébro-spinales qui sont encore fonctionnelles. Par contre, ces fibres ont dégénéré chez la préparation spinale chronique : or, les nages spontanées ou provoquées de celle-ci (Blancheteau, 1969 : 259) sont effectuées vers l'avant exclusivement. La commande cérébrale ne détient donc pas l'exclusivité du « programme » ondulatoire, mais elle est seule capable d'inverser celui-ci, du moins chez l'Anguille, c'est-à-dire en somme de déterminer le sens de propagation des ondes natatoires.

2. Fréquence des ondulations

Nous avons étudié la fréquence des rythmes natatoires spontanés de nos deux types de préparation spinale, c'est-à-dire des nages qui ne sont ni produites ni modifiées par une stimulation artificielle.

Poisson spinal aigu

Rappelons tout d'abord que l'immobilité caractéristique de cet état n'apparaît pas immédiatement après section de la moelle si on opère sans anesthésie (Gray, 1936 : 172). On observe, en effet, une activité motrice spontanée, dont la durée peut atteindre 20 à 30 minutes et dont l'efficacité peut aller de l'ondulation sur place à la nage vigoureuse, suivant l'amplitude des battements natatoires. Or, nous avons noté que la fréquence de ceux-ci est remarquablement constante : de 20 à 25 coups de queue par minute.

Nous pensons pouvoir attribuer cette phase transitoire de nage apparemment spontanée à l'excitation générale des faisceaux moteurs descendants provoquée par la section de la moelle, peut-être prolongée par un effet de lésion irritative. Un tel mode d'émisson d'influx ne peut être qu'anarchique et, cependant, il en résulte une nage bien coordonnée sur la base d'une cadence caractéristique.

Poisson spinal chronique

Chez les anguilles dont la moelle a été sectionnée depuis plusieurs semaines, nous avons observé comme Bickel (1897, cité par Gray, 1936 : 174) la manifestation d'une locomotion spontanée, notamment à la température de 10 à 14° C ; elle débute par des ondulations sur place qui peuvent ensuite s'amplifier au point de donner lieu à une nage incessante. Quoi qu'il en soit de la vigueur de ces ondulations, nous avons constaté que leur rythme reste sensiblement de 20 à 25 battements par minute, c'est-à-dire la même cadence que dans le cas précédent.

Nous pouvons donc dire qu'il existe un rythme de base locomoteur, d'intégration médullaire, dont l'amplitude traduit le degré d'excitation des centres segmentaires ; le fonctionnement de ceux-ci peut, dès lors, être assimilé à un système oscillant ayant sa période propre et dont on peut étudier l'entretien ou l'amortissement lorsqu'il est soumis ou non à l'action des centres cérébraux.

3. **Entretien des ondes natatoires**

Lorsqu'on observe la galvanotaxie anodique ou cathodique d'un poisson normal, on constate que cette réponse locomotrice cesse à l'ouverture du circuit de stimulation. Les préparations spinales, au contraire, à la condition de posséder une excitabilité suffisante, fournissent des réponses réflexes (galvanotaxiques ou autres) qui se prolongent bien après cessation de la stimulation qui les a déclenchées.

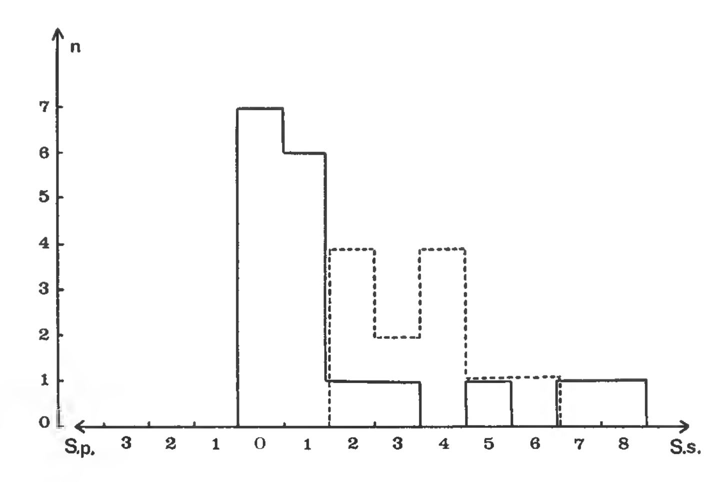


Fig. 1. — Effectif (n) d'anguilles spinales chroniques présentant la réapparition de la réaction de sursaut ondulant (trait continu) ou de taxie anodique (trait tireté) lors des semaines qui précèdent (S.p.) ou qui suivent (S.s.) la réapparition des ondulations spontanées (semaine « zéro »). Il y a 18 anguilles au total ; toutes récupèrent le sursaut ondulant, mais la taxie anodique ne réapparaît que chez 12 d'entre elles dans les limites de temps de l'expérience. On voit que la récupération de la motricité ondulante provoquée par une stimulation ne précède jamais celle des mouvements ondulatoires spontanés. Température de l'eau comprise entre 10 et 13° C.

En voici quelques exemples :

Poisson spinal aigu

L'agitation immédiatement consécutive à la section de la moelle, décrite plus haut, traduit probablement l'existence d'une simili-facilitation descendante de l'excitabilité motrice. De fait, nous avons pu constater la subsistance de la taxie anodique en courant continu au seuil normal chez deux anguilles, durant cette nage spontanée qu'elles manifestaient de façon exceptionnellement vigoureuse ; or, leur réaction natatoire au stimulus électrique se prolongeait quelque temps après l'ouverture du circuit de stimulation.

Ce résultat est relatif à un état transitoire et peu représentatif de la réflectivité médullaire de l'animal spinal aigu, mais voici un autre résultat du même type, dans lequel la facilitation motrice est réalisée artificiellement de façon sous-liminaire, afin de ne pas interférer avec la réponse réflexe étudiée. Nous prenons pour sujet une anguille spinale aiguë typique, c'est-à-dire immobile et flasque en l'absence de toute stimulation. Nous la soumettons aux conditions de taxie cathodique en courant continu et nous la faisons onduler en point fixe (la tête butant sur une grille) jusqu'à cessation de tout mouvement

pour une tension juste liminaire, ce qui peut nécessiter 4 à 5 minutes. A ce moment, le courant passant toujours, nous frappons l'anguille d'un léger coup sur la queue et nous constatons que les ondulations reprennent, souvent pour une durée d'une minute environ. Si au contraire on ouvre le circuit de stimulation (devenu apparemment inefficace puisque le poisson a cessé d'onduler) avant d'appliquer le stimulus tactile, ce dernier ne provoque qu'un simple coup de queue, plus ou moins fort mais isolé. Ainsi donc, une facilitation sous-liminaire permet-elle encore à une stimulation brève de déclencher chez le poisson spinal aigu unc réponse réflexe rythmique prolongée bien au-delà de l'action de cette stimulation. La durée d'une telle réponse excède également de beaucoup celle que fournirait une anguille intacte au même stimulus tactile (en l'absencc de tension électrique conditionnante).

Ces résultats montrent par conséquent que les centres cérébraux exercent une influence modératrice sur l'excitabilité motrice. En effet, le cerveau contribue à l'entretien des ondulations chez lc poisson intact par la facilitation qu'il exerce sur les centres médullaires, mais on peut dire également qu'il leur retire cette aide lorsque cesse la stimulation qui a provoqué la réponse ondulatoire. Il règle ainsi cette réaction sur le décours temporel de l'excitant et adapte le comportement locomoteur malgré l'exubérance de réactivité rythmique dont s'avère capable la moelle.

Poisson spinal chronique

Une fois passé le stade d'inertie caractéristique de l'état spinal aigu, la réponse de taxie anodique en courant continu se réduit à un sursaut isolé et non propulsif, se produisant à la fermeture du circuit de stimulation et pour des tensions du même ordre de grandeur que celles qui déterminent la taxie chez le poisson normal. Puis, quelque temps après, ce sursaut de fermeturc consiste en une forte ondulation qui fait avancer plus ou moins l'animal spinal vers l'anode ; or, ce progrès cst toujours consécutif à la réapparition d'ondulations spontanées que nous avons signalée plus haut (fig. 1). Par la suite, le sursaut ondulant de fermeture peut être complété par d'autres ondulations qui font parcourir au poisson la rigole jusqu'à l'anode : la taxie est alors récupérée. Ces stades successifs rappellent d'ailleurs ceux du développement de la coordination des mouvements de nage chez la Salamandre (Coghill, 1929 : 9 ; Riss, 1969 : 52).

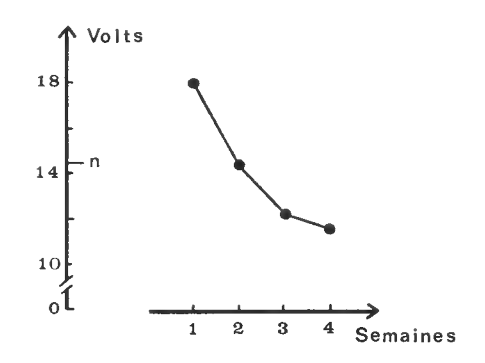


Fig. 2. — Évolution du seuil de la taxie anodique récupérée chez 20 anguilles spinales chroniques, durant les quatre semaines qui suivent la réapparition de la réaction. En ordonnée, valeurs des tensions (cn Volts) établies aux extrémités de la rigole expérimentale longue de 1,20 m ; le seuil de la taxie anodique à l'état normal est indiqué par n. Les temps (en semaines) sont en abscisse.

Les réactions du poisson spinal chronique au courant continu en arrivent ainsi à être identiques à celles du normal par leurs manifestations ondulatoires comme par les seuils

de ces dernières : sursaut de fermeture (ondulation amortie) et, pour une tension légèrement supérieure, taxie anodique (ondulation entretenue). Cependant ceci n'est que passager car l'évolution de l'excitabilité médullaire se poursuit. En effet, à son stade final et stable, la réponse du poisson spinal chronique au courant continu ne se manifeste plus sous la forme incomplète du sursaut ondulant : elle est soit absente, soit complète avec persistance d'ondulations vigoureuses après l'ouverture du circuit de stimulation. Un semblable entretien prolongé de la réaction s'observe également vis-à-vis des stimulations tactiles, même brèves, à tel point que ces anguilles sont difficiles à saisir dans l'aquarium et à stabiliser dans la rigole d'expérience.

Notons également qu'à ce stade le seuil de taxie anodique diminue jusqu'à être légèrement, mais significativement, inférieur à ce qu'il est chez le poisson intact (fig. 2) ; il est alors sensiblement égal à celui du sursaut de fermeture chez ce dernier. Tout se passe donc comme si le même stimulus agissait chez le spinal chronique sur un système d'oscillations pleinement entretenues et, chez le normal, sur un système d'oscillations amorties du fait de la régulation cérébrale. Pour illustrer ceci par un cas limite, citons une observation exceptionnelle : à l'état normal, une de nos anguilles ne présentait pas de taxie anodique mais seulement le sursaut ondulant de fermeture, même si on augmentait la tension stimulante depuis le seuil de cette dernière réaction jusqu'à celui de narcose (Blancheteau, 1965 : 4860). Or, pour les mêmes valeurs du stimulus, cet animal est devenu capable de taxie anodique complète, six semaines après avoir subi la section de la moelle.

Conclusion

De cet ensemble de faits il ressort que chez l'Anguille les centres médullaires isolés du cerveau peuvent être à l'origine d'une rythmicité motrice autonome, pourvu que leur excitabilité soit portée à un niveau suffisant. On peut alors penser que chez le poisson intact, c'est l'apport dynamogénique des influences cérébrales qui permet à la rythmicité des centres médullaires de se manifester. Les réponses locomotrices des préparations spinales présentent même des caractères rythmiques plus marqués que celles des sujets intacts ; à cet égard, le contrôle cérébral paraît surtout s'exercer sous la forme d'un amortissement des ondulations natatoires, c'est-à-dire par des influences inhibitrices.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ajmone-Marsan, C., M. G. F. Fuortès et F. Marossero, 1951. — Effects of direct currents on the electrical activity of the spinal cord. *J. Physiol., London*, **113** (2-3) : 316-321.

Bickel, A., 1897. — Beiträge zur Rückenmarksphysiologie des Aales. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.*, **68** (3-4) : 110-119.

Blancheteau, M., 1965. — Sommations réflexes dans les taxies anodiques des Poissons en réponse à un courant continu ou interrompu. *C. r. Acad. Sci., Paris*, **261** (22) : 4860-4863.

— 1969. — Récupération à long terme de l'excitabilité motrice chez l'Anguille spinale chronique. *J. Physiol., Paris*, **61** (3) : 257-263.

Coghill, G. E., 1929. — Anatomy and the problem of Behavior. Cambridge University Press, Cambridge, 113 p.

Gray, J., 1936. — Studies in animal locomotion. IV : The neuromuscular mechanism of swimming in the eel. *J. exp. Biol.*, **13** (2) : 170-180.

Nursall, J. R., 1956. — The lateral musculature and the swimming of fish. *Proc. zool. Soc., London*, **126** (1) : 127-143.

Riss, W., 1969. — Introduction to a general theory of spinal organization. *Brain Behav. Evol.*, **2** (1) : 51-82.

Roberts, B. L., 1969. — Spontaneous rhythms in the motoneurons of spinal dogfish (*Scylliorhinus canicula*). *J. mar. biol. Ass., U.K.*, **49** (1) : 33-49.

Manuscrit déposé le 20 janvier 1972.

Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 3e sér., no 80, sept.-oct. 1972,
Zoologie 59 : 917-924.

Achevé d'imprimer le 30 mai 1973.

IMPRIMERIE NATIONALE

2 564 003 5

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **42** (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 exemplaires imprimés de leur travail. Ils pourront obtenir à leur frais des fascicules supplémentaires en s'adressant à la Bibliothèque centrale du Muséum : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.


MUSEUM
NATIONAL
D'HIST.NAT.